



Figuur 1. Uuthuske, het concept van The New Makers vinden ontwerpers, ingenieurs en makers elkaar waardoor men een biobased, plug & play, flexibel en betaalbaar woonproduct kan leveren in tal van configuraties.

Modulair, circulair, opschaalbaar en betaalbaar 😊 So You Think You Can BUILD challenge

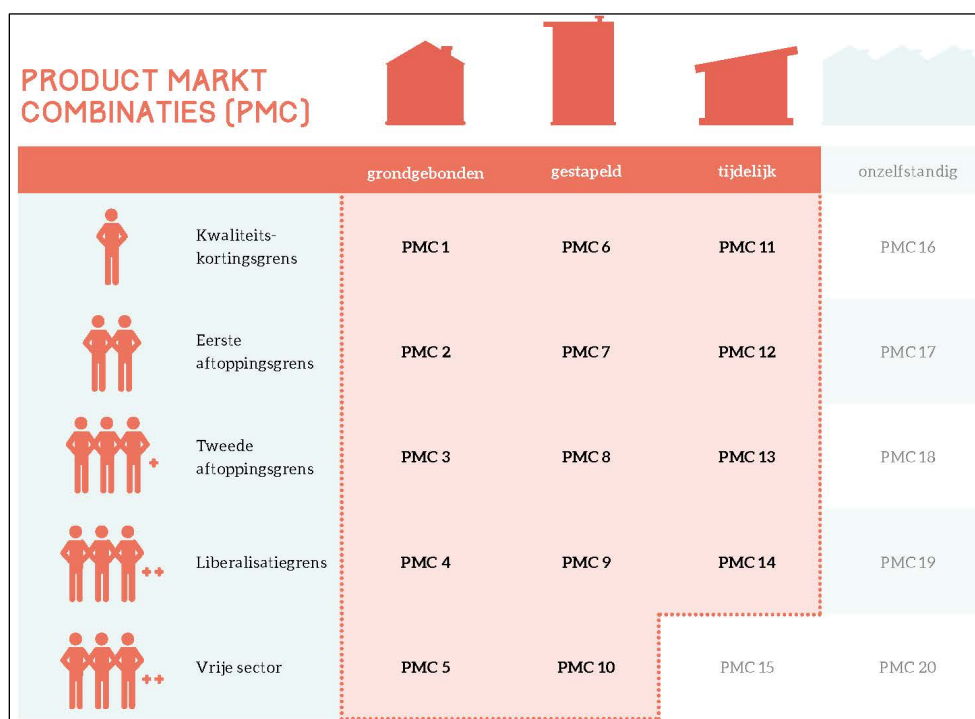
Leo Oorschot, 13-08-2021

*Even leek het erop dat de architect verdwenen was uit de bouwketen als het gaat om duurzame betaalbare corporatiewoningen. Grote bouwers maken direct afspraken met woningcorporaties en willen opschalen met hun woningfabrieken. Maar met de **So You Think You Can BUILD challenge** hebben architecten en bouwers zichzelf opnieuw uitgevonden binnen de bouwketen en een positie verworven als aanbieders van circulaire bouwconcepten. Niet alleen opschalen in lege weilanden maar ook binnen stedelijke regio's. Een hele nieuwe generatie van architecten en bouwers houden in samenwerkingsverbanden intensief bezig met circulair en biobased bouwen, materialen en productieprocessen. Het lukt ze om aantrekkelijk producten te maken voor woningcorporaties en andere afnemers. De drie winnaars van de challenge zijn The New Makers met Uuthuske, Dura Vermeer met Leven Buiten de Lijntjes en In The Middle Of Our Street met MOOS. Allereerst volgt een toelichting op de challenge, presenteren we kandidaten en winnaars, daarna bespreken we de karakteristieken van modulaire units en we eindigen met een aantal dilemma's. De belangrijkste conclusie is dat een werkelijke integratie van de bouwketen een voorwaarde is om circulaire en betaalbare woonproducten te kunnen aanbieden.*

Innovatieve bouwconcepten blijken modulair geproduceerde units

Wat is conceptueel bouwen?

De achtergrond van de challenge is om aanbieders van woningen uit te dagen met een duurzaam en circulair, betaalbaar en opschaalbaar woningconcept te komen voor 1 á 2 personen en een verbetering van de TCO over 50 jaar voor woningcorporaties. Stichting Netwerk Conceptueel Bouwen (NCB), tien woningcorporaties en Aedes willen met een standaardisering van woningen komen tot innovaties zo de ophanden zijnde Bouwstroom te stimuleren. Men noemt dit het 'conceptueel bouwen' en wil af van het 'traditioneel bouwen' op de bouwplaats. Met de ervaren challenge organisator Ecosystem Thinking Institute (Esti) is begin 2021 So You Think You Can BUILD gelanceerd.



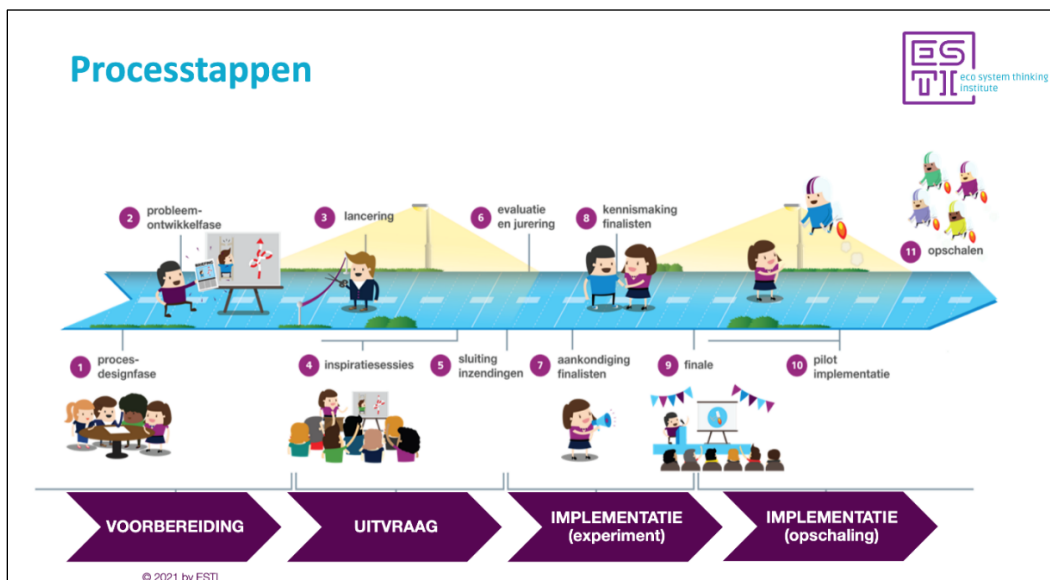
Figuur 2. De Woonstandaard van NCB en Aedes met de twintig basistypen woningen. Bron: De Woonstandaard.

Al in 2018 kwam NCB in samenwerking met Aedes met De Woonstandaard waarmee men prestatieafspraken tussen woningcorporaties (afnemers) en bouwers (conceptaanbieders) formaliseert met een generiek programma van prestatie-eisen voor woningen. Op de conceptenboulevard (www.conceptenboulevard.nl) werd De Woonstandaard en het aanbod van bouwconcepten digitaal in beeld gebracht en geordend naar de Product-Markt-Combinaties (PMC's) zoals beschreven in De Woonstandaard. Met De Woonstandaard en met De Bouwstroom (www.bouwstroom.nl) wil NCB en Aedes komen tot bundeling van de vraag en met de implementatie van nieuwe concepten de opschaling van de woningproductie te realiseren.

Bouw- en ontwikkelkosten worden hiermee gestroomlijnd, faalkosten voor iedereen gereduceerd en stichtingskosten teruggebracht.

Wat is een woning volgens de woningcorporaties?

De Woonstandaard omschrijft een basiskwaliteit in de vorm van Product-Markt-Combinaties (PMC) waarmee men 'vraag' door corporaties en 'aanbod' door de toeleverende bouwindustrie op elkaar wil afstemmen. Het doel van deze PMC's is om betaalbare en duurzame woningen te bouwen. Men omschrijft een basiskwaliteit en aanvullende prestaties voor vier categorieën: grondgebonden woningen, gestapelde woningen, tijdelijke woningen en onzelfstandige woningen. Deze categorieën zijn elk weer onderverdeeld in grootte van de woning en vijf huurprijsklassen. Bij elkaar zijn er zo twintig verschillende PMC's. De huidige Woonstandaard omschrijft er 14 van.



Figuur 3 Stappen van de challenge met als doel het bouwen van de lastige woningtypen PMC2 en PMC7. Bron: Esti

Wat was de uitvraag van de prijsvraag?

Met de So You Think You Can BUILD challenge daagde het NCB, Aedes en een tiental corporaties ontwerpend en bouwend Nederland uit om met innovatieve concepten te komen voor woningcorporaties. Het probleem van woningcorporaties was en is dat men bij de exploitatiebegroting van de lastige woningtypen PMC2 en PMC7 de Total Cost of Ownership TCO te hoog werd en waardoor er vrijwel geen nieuwbouw voor 1 á 2 personen werd opgeleverd. Terwijl juist de vraag naar woningen voor deze doelgroep groot is.

Criteria voor de challenge waren: een TCO van 50 jaar; de aanschafkosten en betaalbaarheid; faal-, gebruiks- en onderhoudskosten; keuzemogelijkheden in het ontwerp, uitvoering, bezit, financiering en exploitatie; samenwerking met partners in de waardeketen; energie- en milieuprestaties, kwaliteit en opschaalbaarheid. Woningen voor 1 á 2 personen met een huurprijs onder de eerste aftoppingsgrens van € 634 (prijsspeil januari 2021) voor drie typen:

grondgebonden PMC2, PMC2 levensloopbestendig en woongebouw PMC7. Kortom een waarlijke uitdaging.

De kandidaten

Er zijn tegenwoordig veel bedrijven die zich intensief bezighouden met innovatieve bouwconcepten. Op het internet surfend, met de challenge en conceptenboulevard treft men tal van interessante concepten. Bijvoorbeeld Jan Snel; Nimbel; SQL-Pulchram Group; Koopmans Bouwgroep/TBI met het HOUTbaar huisconcept; Homes Factory met een 3-D modulair bouwsysteem; Ekowood Houses, Finch Buildings; Barli; Plug & Play Housing met modulair, biobased en circulair woonconcepten; CyBe Construction en RS Housing met industrieel geproduceerde units; Van der Heijden Bouwbedrijf met haar WISH 4 Future concept; het Radiodomus concept van Atriensis innovatie en Elk. Genius Homes en BAM Wonen met haar conceptwoningen en nog vele andere aanbieders. Kortom er valt wat te kiezen voor woningbouwverenigingen die met de Bouwstroom willen opschalen.

Van alle 94 inzendingen selecteerde de jury zes kandidaten: Voor woongebouwen: *Elk TransforMEER* van Elk en *MOOS* van In The Middle Of Our Street. Voor de grondgebonden reguliere woning: *Leven Buiten de Lijntjes* met Dura Vermeer en *Tala NERF* van Tala. Grondgebonden levensloopbestendige woning: *Slimmer wonen* van Jan Snel en *Uuthuske* van The New Makers. Elke kandidaat mocht in een pitch het plan toelichten waarna een kritische ondervraging volgde door de jury. Na beraad kwam men tenslotte tot de winnaars. Die drie winnaars waren tenslotte *Moos*, *Leven Buiten de Lijntjes* en *Uuthuske*.

Hoewel de challenge ‘innovatieve bouwconcepten’ vroeg bleek uit de prijsvraag dat de meeste inzendingen fabrieksmatig geproduceerde modulaire wooneenheden betroffen om te kunnen voldoen aan de criteria die werden gesteld. Het lijkt erop dat het tijdperk van traditioneel bouwen op de bouwplaats met de nodige stikstofuitstoot, tekort aan arbeidskrachten en natte montage langzaam ten einde komt. De circulaire economie gloort aan de horizon.

Uuthuske van The New Makers

Uuthuske heeft alles om een waarlijk modulair concept te zijn voor grondgebonden woningen. De missie van deze start-up is een biobased, *plug & play*, flexibel en betaalbaar woonproduct. Het team van The New Makers dat aan Uuthuske werkt laat zien dat hier sprake is van echte ketenintegratie. 1/3 van de medewerkers zijn architecten die vooral vanuit de gebruikers nadenken over wonen, 1/3 ingenieurs die nadenken over bouwkundige innovaties en 1/3 makers die de Uuthuskes maken. De drie machines Scarlett, Rover en Dyna maken een soort Ikea-achtig bouw pakket in de fabriek. Door co-makers worden dat bouw pakket op locatie gemonteerd. Een cursus van een dag volstaat om het bouw pakket te monteren doordat het in elkaar is te klikken.

Uuthuskes zijn volledig biobased. Door het gebruik van hout heeft de woning een gezond en damp-open binnenklimaat en het hout slaat CO₂ op. Een aandachtspunt bij alle houtbouw is het risico van temperatuuroverschrijding in de zomer. Oververhitting en hittestress door zoninstraling, interne warmte last en mate van (spui)ventilatie. The New Makers houden zich intensief met dat probleem bezig, ze betogen in een toelichting dat: 'We bestrijden hittestress door te werken met natuurlijke bio-based isolatiematerialen met een langere faseverschuiving (8 uur tov PIR/glaswol 2 uur) waardoor de woning een stuk minder snel opwarmt. Deze koele(re) schil wordt gecombineerd met adiabatische koeling na de WTW (ventilatietype D) die in de zomer op lucht kan bijkoelen én zonwering op het zuiden.' Of dat voldoet aan de recent ingevoerde eis in het Bouwbesluit voor temperatuuroverschrijding in juli is de vraag. Wellicht is het een idee om met Uuthuske het thermisch comfort en de consequenties voor houtbouw eens heel nauwkeuriger door te rekenen als cases. Immers dit risico op oververhitting is een probleem dat alle houtbouw betreft. Bij de dilemma's komen we terug op dit probleem.

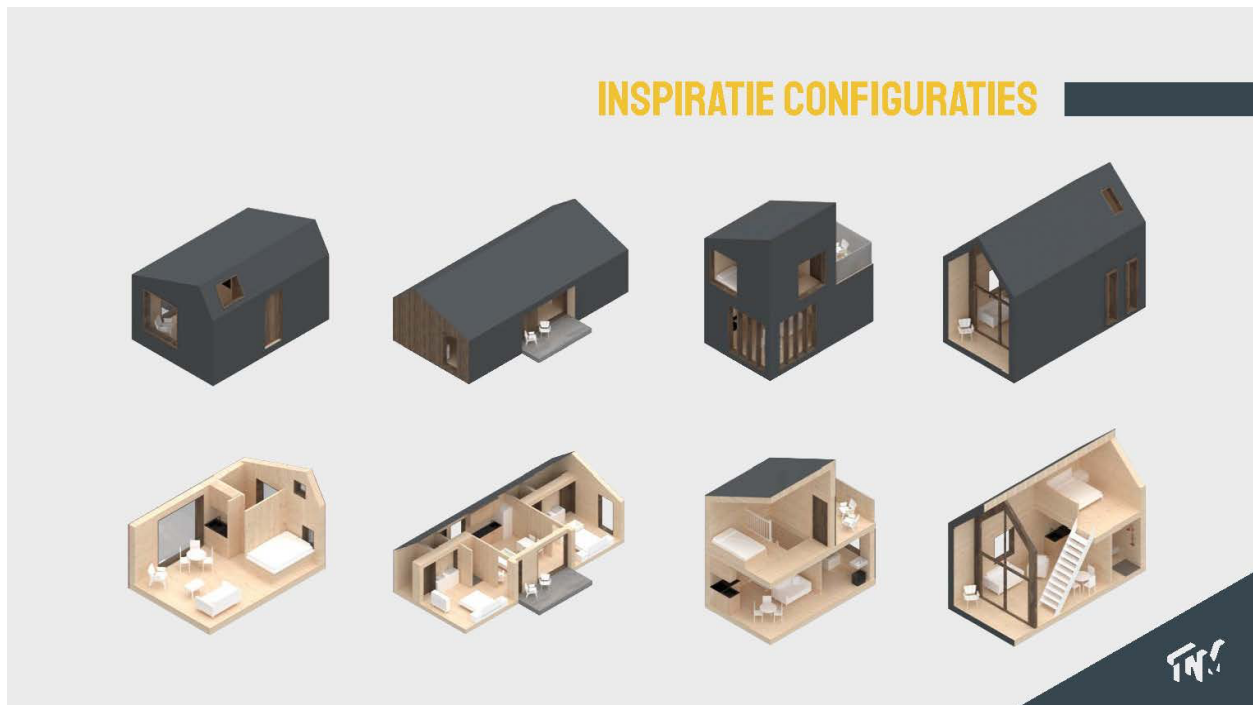
Uuthuskes zijn losmaakbaarheid of remontabel en *plug & play* installaties belangrijke vertrekpunten. De woning bestaat uit verplaatsbare modules die eenvoudig kunnen worden getransporteerd. De modules zelf bestaan weer uit losmaakbare subcomponenten die in elkaar zijn te klikken. Bijvoorbeeld een binnenwand. Hierdoor ontstaat er een gesloten kringloop van (sub)componenten. Ook de installaties zijn *plug & play* en gecertificeerd uit de fabriek.

Uuthuskes zijn flexibel op verschillende manieren. Door de losmaakbaarheid is er een grote variatie aan keuzemogelijkheden voor de gebruiker en zijn deze ook in de toekomst nog aan te passen. Gevelafwerking kan bijvoorbeeld worden aangepast aan beeldkwaliteitsplannen. Door gebruik te maken van digitale technieken combineert men maatwerk voor specifieke bewoners met massaproductie. Dat kan omdat de units helemaal zijn opgebouwd uit subcomponenten die door iedereen die Ikea-handleidingen begrijpt kan worden gemonteerd, kortom 'massa maatwerk'. Er is dan ook een oneindige variëteit in plattegronden mogelijk. De woningen zijn in clusters schakelbaar en er wordt onderzoek gedaan naar de stapelbare units. Ook voor flexwonen is Uuthuske een oplossing. De woonunits zijn eenvoudig te verplaatsen als de grondposities nodig zijn voor iets anders.

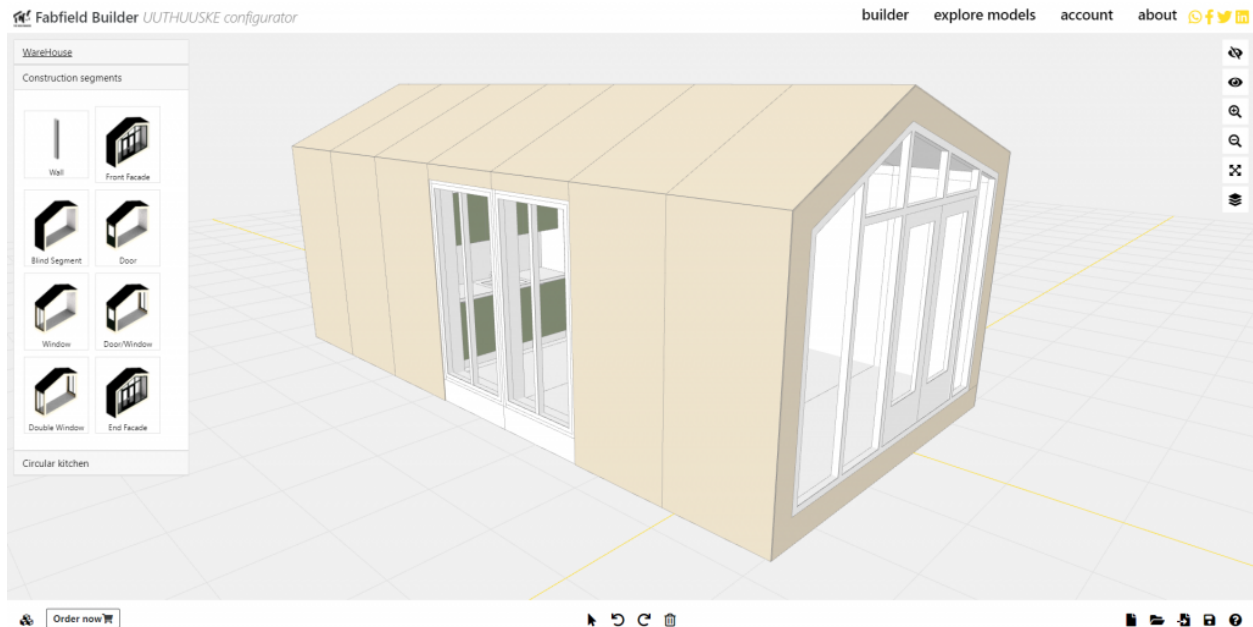
Een belangrijk onderdeel van Uuthuskes is de Comfort Cabin, een compact blok met keuken, badkamer en toilet waarin alle *plug & play* installaties zijn geïntegreerd. In de cabin is de circulaire NOWA-kitchen aangebracht. De Uuthuskes zijn *all electric* en wordt met verschillende varianten voor verwarming en ventilatie aangeboden. Infrarood stralingspanelen, lucht-lucht-warmtepomp. Ook decentrale verwarming en ventilatie middels een Climarad systeem is mogelijk. PV-panelen zijn mogelijk. Afzuiging van lucht gaat via keuken en badkamer.



Figuur 4. Uuthuske concept. Bron: website Uuthuske.nl



Figuur 5. Uuthuske concept combineert massaproductie met keuzevrijheid voor de afnemer door vergaande ketenintegratie. Ontwerpers, ingenieurs en makers werken integraal samen aan een product. Bron: website Uuthuske.nl



Figuur 6. De afnemer kan zelf de configuratie van de Uuthuske bepalen. Het ontwerp is een samenstelling van circulaire componenten die doormiddel van CNC-technologie in LEGO-stukjes wordt uitgesneden om als bouwpakket te worden geassembleerd de co-makers op de bouwplaats. Bron: website Uuthuske.nl



Figuur 7. Nadat het ontwerp is gemaakt wordt met CNC-technologie alle biobased componenten in 2D gesneden, verpakt en naar de bouwplaats vervoerd voor montage. Bron: website Uuthuske.nl

MOOS van In The Middle Of Our Street

De start-up In The Middle Of Our Street wil met MOOS een antwoord geven op het klimaatprobleem en het woningtekort. Dat doen ze door middel van robuuste gestapelde gebouwen opgebouwd uit modules met een hybride bouwsysteem met circulaire betonvloeren en CLT-wanden.

In The Middle Of Our Street werkt als *general contractor* met een netwerk van partners, het partnerecosysteem. Schetsontwerp wordt in twee á drie uur gemaakt met een gebouw configurator. Partners assembleren hun halffabricaten in de MOOS assemblagefabriek tot volledige woningen. Alle partners dragen verantwoordelijkheid voor prijs, kwaliteit en planning. Ook bij MOOS is het bouwwerk-informatie-model BIM het ontwerp- en productiemodel in elkaar geschoven en staat in wisselwerking met elkaar. Ontwerpers, ingenieurs en producenten maken een product en reduceren daardoor de faalkosten.

Er zijn verschillende grondstofstromen waarvan men gebruik maakt bij de productie. Allereerst materialen afkomstig door sloop dat door zusterbedrijf en partner New Horizon Urban Mining wordt voorzien, vooral het circulaire beton. De tweede grondstofstroom is biobased materiaal, de CLT-wanden en plafond. Met haar partner New Horizon is men voortdurend op zoek naar donorgebouwen die de grondstoffen kunnen leveren voor bijvoorbeeld de gevel. Vooral de opdrachtgever zoals een woningcorporatie kan grondstoffen leveren als ze woningen slopen. Gevelmaterialen zijn dan ook aan te passen. De partners staan altijd garant voor het onderhoud en geven een terugname garantie.

De industrieel geproduceerde modules hebben een flexibel en hybride bouwsysteem bestaande uit CLT-massief houtwanden en circulair betonvloeren. In deze toekomstbestendige bouwmethode worden losse vloeren met volledige indelingsvrijheid tussen een basismodulen geplaatst. In een basismodule is de keuken, badkamer, toilet, berging, entree en slaapkamer opgenomen. Daarnaast is er de woonkamermodule en nog een extra module met twee slaapkamers met badkamer. In de basismodules bevinden zich ook de installaties. Deze module wordt in de assemblagefabriek voorzien van bekabeling en leidingwerk. Alle installaties die in de assemblagefabriek in de basismodule kunnen worden aangebracht zullen al op hun plek staan, zodat zo min mogelijk in het werk gedaan wordt. Tussen de basismodules bevinden zich de eenvoudiger uitgevoerde persoonlijke ruimtes. Elke module is te transporteren.

Er is een grote diversiteit mogelijk door de schakeling van de modules. Voor jong en oud. Van studio's van 30m² tot appartementen van 120m². Met deze plattegronden is MOOS instaat zowel grondgebonden woningen, appartementen als woontorens tot 70 meter hoog te realiseren. Naast de woningen zelf biedt MOOS een gedeelde entree mogelijk met functies zoals een wisselwinkel om gevoel van veiligheid en comfort bewoners te bevorderen. Deze integraal algemene ruimte is een extra te gebruiken gemeenschappelijk ruimte die onderdeel uitmaakt van de totale exploitatie (TCO).

Passief Bouwen is bij MOOS uitgangspunt. Compact gebouw, zeer goede isolatie, tripple glas, luchtdichtheid, minimale koudebruggen. Ook hier is het *all electric*. Er is balansventilatie met warmte-terug-winning en een *fancoil*-unit voor extra verwarming. Bij het collectief systeem is er een warmtepomp met lucht, bodem of water als warmtebron. Bij het individueel systeem heeft elke woning een eigen warmtepomp gekoppeld aan het warmte-terug-win-systeem. Door massa toe te voegen met beton blijven de woningen in de zomer koeler en worden brand- en geluidseisen eenvoudiger gehaald. Bovenal kan men met deze hybride constructie tot 70 meter hoog stapelen.



Figuur 8. Mock up van een MOOS module. Links de standaard module, midden de woonmodule en rechts de extra slaapmodule. Bron: website <https://inthemiddleoffourstreet.nl>



Figuur 9. Hoogstedelijke variant met MOOS modules. Bron: <https://inthemiddlefourstreet.nl/>



Figuur 10. Plattegrond van MOOS met drie modules. Links de standaardmodule, midden de woonmodule en rechts de extra module met slaapkamers. Bron: <https://inthemiddlefourstreet.nl/>

Leven Buiten de Lijntjes met Dura Vermeer

Dura Vermeer is van oorsprong een aannemer. Toch was Dura Vermeer zo verstandig om ontwerpers binnen haar bedrijf de ruimte te geven en daardoor met een heel bijzonder product te komen waarbij ketenintegratie van ontwerpers, ingenieurs en makers vergaand is. De architect werkt niet meer direct voor de opdrachtgever maar bij de aanbieder van concepten. Zijn positie binnen de bouwketen is veranderd.

Het begon bij Dura Vermeer met herbezinning op wat wonen eigenlijk is: rethink! Inspiraties daarbij waren de tiny house movement, community living en de maakindustrie waarbij productieprocessen vergaand worden verbeterd. Wonen is voor Dura Vermeer ruimte om te leven. Regelgeving gaat gewoonlijk uit van hokjes naast elkaar. Maar als deze hokjes samenvloeien is er opeens veel meer ruimte in de woning om te leven. De lijntjes tussen de hokjes worden weggegomd. Zo kreeg Dura Vermeer een maximaal wooncomfort bij een minimaal hoeveelheid vierkante meters: reduce!

Net als de twee voorgaande winnaars bestaat de woning uit een volledig geprefabriceerde kern met een keuken, badkamer, toilet, berging en daarin alle installaties geïntegreerd. Woon- en leeffuncties zijn daaromheen gegroepeerd. Hierdoor zijn eigenlijk alle grondgebonden types te maken. De flexibiliteit is optimaal op een minimaal aantal vierkante meters.

Deze geprefabriceerde kern is vervolgens slim gemaakt. Hierin onderscheidt Dura Vermeer zich van andere partijen die allemaal met een geprefabriceerd circulaire kern komen. Door een wand van de kern te schuiven kan men de badkamer groter maken en de woonkamer kleiner, en andersom. De trap zit in de kern tussen de badkamer en keuken en het laatste kwart van de trap kan naar binnen draaien zodat er gangruimte is. Als er geen verdieping is dan wordt de trapruimte voor berging gebruikt. Kortom het tiny house met een slimme kern. Een goede aanzet om consequent de drager en inbouw te scheiden. Knap bedacht van de ontwerpers. Hierdoor krijg men zeer compacte en daardoor betaalbare woningen voor iedereen. Voor jong en oud.

Installaties zijn basic. Er wordt geventileerd met natuurlijke toevoer via zelfregulerende roosters met CO₂-gestuurde mechanische afvoer. De lage temperatuur vloerverwarming en het tapwater zijn gekoppeld aan een ventilatiewarmtepomp zonder buitenunit. Optioneel zijn er nog het NOM-pakket en PV-panelen te plaatsen op het dak.

De drager waarin de woning zit heeft een ribcassettevloer op de begane grond, kanaalplaatvloeren op de verdieping en prefab wanden die met droge verbindingen zijn bevestigd. Echter kan beton straks ook een veel betere milieuprestatie krijgen zoals het bedrijf New Horizon laat zien met CO₂-arm beton, het gaat aanzienlijk langer mee en de bouwmasa accumuleert warmte en koude. Vooral dat laatste is een voordeel ten opzichte van houten huizen met een hitteprobleem. Verder is het goed stapelbaar en zijn geluids- en brandveiligheidsnormen goed te halen.



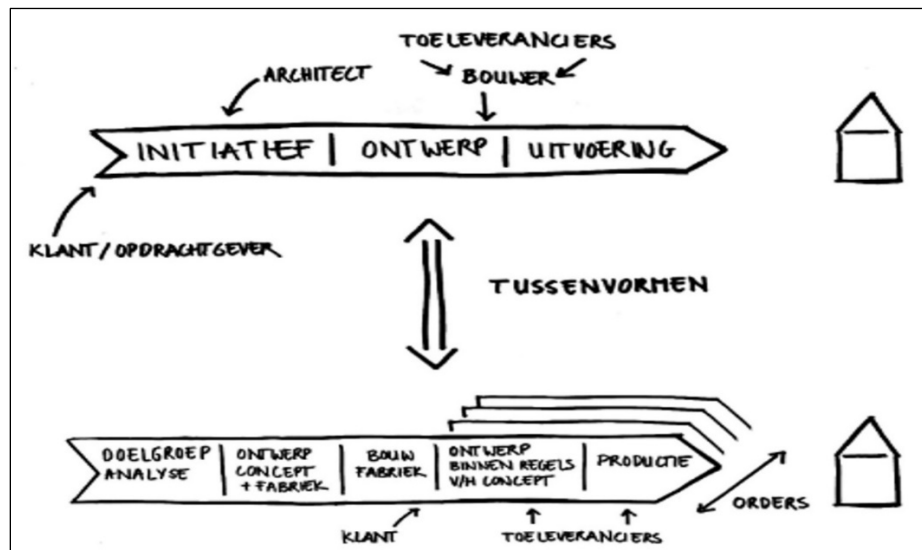
Figuur 11. De slimme prefab natte kern en de flexibele woon- en leefruimte daaromheen maakt Leven Buiten de Lijntjes bijzonder. Bron: Dura Vermeer.



Figuur 12. De units zijn in tal van configuraties met verschillende gevelafwerkingen leverbaar. Bron: Dura Vermeer.

Wat zijn de karakteristieken van modulaire bouwsystemen?

Interessant zijn vooral de overeenkomsten tussen de concepten van alle inzendingen. Vooral ook omdat de criteria nogal ambitieus waren en de grenzen van wat mogelijk is werden opgezocht door de knappe koppen van de bouwketen. Deze karakteristieken geven ook een antwoord op hoe producenten gereageerd hebben op de challenge. Er zijn een aantal conclusies te trekken over de karakteristieken van modulaire bouwsystemen en daarmee over conceptueel bouwen.



Figuur 13. Conceptueel bouwen: hoe dan? Volgens Hans Wamelink. Bron: Hans Wamelink 2019

Supply Chain Management

De plek van de architect, de adviseurs en de bouwer in de bouwketen is veranderd. Integraal werken met een multidisciplinair team is noodzakelijk geworden wil men werkelijk een betaalbaar en circulaire bouwproducten realiseren. Een betaalbare en opschaalbare woning waarbij materialen en beperking milieubelasting, energie-efficiënte en gezond binnenklimaat met beperking van temperatuuroverschrijding in de zomer in balans is met elkaar.

Veel woningen worden geproduceerd door een netwerk van bedrijven met ieder een eigen specialiteit. Aanbieders van circulaire modules hebben hun eigen ontwerpers die zich intensief met het ontwerpen en maken bezighouden. Architect, adviseurs of bouwer werken niet meer direct in opdracht van de afnemer maar in het netwerk van de aanbieder. De onderaannemers, ingenieurs en architecten ondersteunen zo producenten van gecertificeerde producten of diensten. Opvallend is dus de vergaande ketenintegratie van goederen-, informatie- en geldstromen in de bouwbedrijfskolom doordat ontwerp, engineering en productie in elkaar schuift en in wisselwerking is komen te staan.

Het bouw-werk-informatie-model BIM speelt daarbij een belangrijke rol. De ontwerpers configureren het ontwerp voor de klant en maken een ontwerpmodel, ingenieurs werken dat uit

in een productiemodel en makers produceren de units in fabrieken en tenslotte wordt het gemonteerd op de bouwplaats.

Dit gebeurt niet meer in opeenvolging achter elkaar zoals bij het traditioneel bouwen. De traditionele waterscheiding tussen architect en bouwer dat werd geformaliseerd met het Europees aanbestedingsrecht waarbij architecten 'diensten verlenen' en bouwers 'werken verrichten' komt zo onder druk te staan. Als de afnemer een echt aantrekkelijk circulair gebouw wil hebben kiest men dan ook vaak voor een *Design & Build* aanbesteding.

Contextloze units

De modulaire concepten zijn allemaal verplaatsbaar en zonder context ontworpen maar ze zijn in tal van configuraties te schakelen. Van rijtjeshuis tot gestapelde woonvormen, van kleine clusters tot woonbuurten. De woningen of modules kunnen op ruime bouwkavels in grote hoeveelheden worden gerealiseerd maar ook over meerdere kleine plots worden verdeeld. Naar gelang het gewenste eisen van de stedenbouw en beeldkwaliteit kan men kiezen uit verschillende stedenbouwkundige configuraties en gevelmaterialen.

De discussie of men alleen in de lege weilanden moet bouwen of juist in hoge dichtheden in steden is los komen te staan van de discussie traditioneel of conceptueel bouwen. Het vooroordeel dat fabrieksmatig bouwen betekent polders volbouwen met eenvormige gezinswoningen gaat niet meer op.

Massaproductie én keuzevrijheid

De modulaire concepten zijn zoals een platform in de auto-industrie als massaproduct te maken door vergaande robotisering en geeft de afnemers/bewoners de ruimte voor een eigen invulling door de flexibiliteit. Er worden platforms gemaakt met een bepaalde woningmaat, stedenbouwkundige configuratie, men kan kiezen voor een specifiek soort omhulling (steenstrips, hout etc.) en accessoires (de inrichtingsvarianten).

Er zijn grote voordelen voor het fabrieksmatig produceren van de units: men lost het probleem op van tekort aan geschoolde arbeidskrachten, men kan het eindproduct veel beter materialiseren, detailleren en op kwaliteit controleren, men kan individuele wensen van de klant direct opnemen in het productieprogramma, de modules zijn door de seriematig productie goedkoper en opschaalbaar, er zijn minder faalkosten en verliezen op de bouwplaats worden teruggebracht.

Slimme prefab integrale natte kern

De meeste woningen hebben als basis een volledig geprefabriceerde natte kern met keuken, badkamer, toilet, berging en daarin geïntegreerd de installaties voor verwarming, koeling en ventilatie. Het drager-inbouw-concept krijgt een nieuwe betekenis nu veel aanbieders de lastige en kostbare natte ruimten met veel installaties zijn gaan clusteren, integraal ontwerpen en prefabriceren. Om de prefab kern liggen dan de woon- en leefruimten. Hierdoor is de maat van

woningen variabel en valt er wat te kiezen voor de opdrachtgever maar ook voor de eindgebruikers die later willen uitbreiden. Deze slimme prefab natte kern is ook bijvoorbeeld bij transformaties van kantoren toe te passen. Kortom een ontwikkeling met toekomst.

Hybride bouwstructuur bij gestapelde bouw

Concepten met uitsluitend grondgebonden woningen kunnen helemaal biobased worden geproduceerd. Houten huizen dus. Bij gestapelde bouw komt men door o.a. brand- en geluidseisen en door vervorming van hout bij hoge belastingen toch al gauw op een hybride constructie met een combinatie van biobased materialen met circulair beton en staal. Vaak betonnen vloeren en hulpconstructies in combinatie met CLT-wanden die vaak weer met hulpstaal is bevestigd of ondersteund. Bij gemengde functies eisen gemeenten dat de vloer tussen verschillende gebruiksfuncties van beton is. Ook kernen bij hoogbouw met liften, trappenhuisen etc. wordt naast hout vaak beton en/of staal toegepast voor de stabiliteit. Maar zoals het bedrijf New Horizon laat zien is er ook in de betonwereld een vergroening gaande.

Duurzaamheidsprestatie modules

Duurzaam bestaat uit drie verschillende aspecten energie efficiënt (BENG), milieubelasting beperken (MPG) en een gezond binnenklimaat (TO_{juli}) die met elkaar in een ideale samenhang moet worden gebracht. Deze ideale samenhang hangt af van de context en verschilt per situatie.

Bij Energieprestatie BENG is het doel een aangenaam binnenklimaat van de woningen waarbij de warmtevraag wordt beperkt en deze fossielvrij worden verwarmd of gekoeld.

Bij Milieuprestatie Gebouwen MPG is het doel om de milieubelasting van de gebouwen drastisch te beperken. Dat wordt gedaan door circulair bouwen met o.a. minimaliseren van materiaalgebruik en milieu-impact, door biobased materialen, de- en remontabele bouwcomponenten zodat deze eenvoudig vervangen kunnen worden en door bouwcomponenten met een restwaarde toe te passen. Op de bouwplaats zijn de activiteiten minimaal, stikstofuitstoot is dus zeer beperkt.

Bij binnenklimaat met houtbouw met een minimale bouwmassa is het belangrijk dat het risico op temperatuuroverschrijding TO_{juli} in de zomer wordt beperkt. Oververhitting en hittestress door zoninstraling een aandachtspunt, naast interne warmte last en mate van (spui)ventilatie. Sinds kort is er een bepalingmethode en eis in het Bouwbesluit voor oververhitting in nieuwbouwwoningen; de TO_{juli} eis. Hout heeft minder soortelijke massa dan beton en dat vraagt om een ander soort ontwerp dan bij beton.

MPG, BENG en TO_{juli} staan op gespannen voet met elkaar en met innovatieve oplossingen zijn daarvoor oplossingen bedacht. De meest modules zijn ontworpen volgens Passief Bouwen principes. Maatregelen zijn reductie energievraag door een heel compact gebouw te ontwerpen, zeer goede geïsoleerd, tripple glas, luchtdichte schil, zonering warm en koud in de woning. Maatregel om milieu-impact te verkleinen zijn minimale installaties op basis van *plug & play* en bewuste materiaalkeuzes zoals biobased of circulaire materialen. Maatregelen tegen

temperatuuroverschrijding zijn een minimale glasoppervlakten die slim zijn georiënteerd met beschaduwde glas/gevels en buiten zonwering of luiken. Principe hierbij is om de winterzon op te vangen met glas en de zomerzon juist te weren.

De klassieke indeling van het centrale ventilatiesysteem in type A, B, C en D is met MPG, BENG en TO_{juli} problematisch geworden. Over het algemeen dragen installaties het meeste bij (in negatieve zin) aan de milieubelasting van de toegepaste materialen in het gebouw. De indeling is daarom uitgebreid met het decentraal ventilatiesysteem type E met Gecombineerd Systeem. Type E heeft voor één zone (verblijfsgebied) in de woning zoals de woonkamer-keuken-hoofdslaapkamer een mechanische toe- en afvoer met WTW en CO₂-sturing waardoor warmteverlies wordt beperkt en optimale ventilatie aanwezig is en in een andere zone (slaapkamers) worden overige ventilatiesysteem typen toegepast. Zonering past bij de ideeën van Passief Bouwen waarbij er warme ruimten zijn en koelere ruimten in een woning. Het voordeel van type E is dat het onderhoud en vervangen van filters eenvoudig is, nadeel is dat er in elke verblijfsruimte (woonkamer, slaapkamers) die moet worden verwarmd een aparte unit nodig is. Vooral bij kleine units voor 1 á 2 personen of studio's waarbij woonkamer en hoofdslaapkamer zijn gecombineerd is dit een efficiënte oplossing omdat daar in z'n geheel voor type E gekozen kan worden.

Om temperatuuroverschrijding tegen te gaan zijn een actief koelsysteem en adiabatische koeling in ventilatie effectieve maatregelen. Omdat actief koelsystemen erg veel energie gebruiken zoals de compressor van een luchtwarmtepomp (airco) kan men beter kiezen voor een koelsysteem (en verwarming) op basis van een bodemwarmtepomp, duurzame koudelevering of warmte-koude-opslag WKO. Bij deze laatste is alleen elektriciteit nodig voor een circulatiepomp met eventueel een PV-paneel als de MPG dat toelaat.

De meeste efficiënte modulaire concepten zijn *all electric* met bodemwarmtepomp met lage temperatuur verwarming/koeling en WKO of het type decentraal verwarming/ventilatiesysteem. De bouwstructuur is hybride met circulair betonnen vloeren voor de bouwmassa, geluidsisolatie en brandveiligheid, stalen frame voor de stapelbaarheid van de modulaire units en houten wanden. Complexe en kostbare installatiesystemen verdwijnen uit beeld. Pas als er nog ruimte is bij de MPG-berekening, of aan beschikbaar oppervlakte op het dak zijn PV-panelen een toevoeging om ENG of NOM te halen.

Dilemma's bij de bouwstroom

Aan de aanbieders van modulaire concepten ligt het niet. Sommige aanbieder kunnen deze in hoge dichtheden in stedelijke regio bouwen (bijvoorbeeld MOOS) of op overtoollig boerenland in lange rijen. Men kan ze clusteren in groepjes van tien tot woonbuurten. Toch zijn er een aantal dilemma's die naar voren kwamen.

Klimaatneutraal energiegebruik versus milieubelasting

Veel inzenders bij de challenge noemen bij de Milieuprestatie gebouwen de prestatie van het gebouw zonder de installaties. Of bieden verschillende opties aan. Hiermee wordt een lastig probleem zichtbaar gemaakt. PV-panelen en warmtepompen hebben een hoge milieubelasting. De grootste uitdaging is het vinden van een goede balans tussen energie- (BENG), milieuprestatie (MPG), temperatuuroverschrijding in de zomer (TO_{juli}) en gezondheid van de gebruikers gedurende de hele levensduur van het gebouw.

In het artikel '[Scherpere eis voor BENG 1 heeft wisselende effecten](https://www.lente-akkoord.nl)' (8 juli 2021) op de website www.lente-akkoord.nl wordt dit probleem en de consequenties toegelicht. Het vraagt in ieder geval om een integrale benadering van een gebouw omdat BENG, MPG en TO_{juli} op een complexe wijze samenhangt.

Met de certificeringsmethode BREEAM-NL en GPR-Gebouw worden aspecten zoals Energie, Milieu, Gezondheid, Gebruikskwaliteit en Toekomstwaarde meetbaar en vergelijkbaar gemaakt en is zo in samenhang te brengen. *People Planet Profit* zoals John Elkington dat al in 1994 formuleerde krijgt zo een gedetailleerde uitwerking in Nederland. Wellicht biedt een Duurzaamheidsprestatie-Gebouwen DPG (MPG+) zoals W/E adviseurs voorstelt perspectief voor een integrale benadering van duurzaamheid. Deze maakt inmiddels deel uit van GPR-Gebouwen en bundelt de resultaten van de energie- en milieuprestaties.

Bijvoorbeeld PV-panelen en warmtepompen met boilers zijn enerzijds gunstig voor (B)ENG maar ongunstig voor de MPG. Voor wat betreft het materiaalgebruik maakt bij de bepaling van de milieuprestatie installaties al gauw ca. 30% van de totale milieubelasting uit. Een belangrijke uitweg uit dit dilemma is de integrale benadering zoals hierboven genoemd en meer circulair te gaan bouwen. Veel innovatieve bouwconcepten maken daar ook gebruik van. Enerzijds worden zo zeer kostbare installaties bespaard en anderzijds de milieubelasting beperkt.

Verhouding aanschaffkosten en onderhoudskosten

Een ander dilemma is de Total Cost of Ownership (TCO). In de uitvraag van de challenge werd naar de aanschaffkosten gevraagd. Dat zijn de kosten voor de levering van de woning minus de grond, leges, aansluitkosten, renteverliezen en algemene kosten. Ook vroeg men de onderhoudskosten over een periode van vijftig jaar.

Daarbij worden tal van vooronderstellingen gedaan waarbij men zich kan afvragen of die ooit uit gaan komen. Er is ook erg veel verschil in de benadering van aanbieders, voor wat betreft de concepten als de kosten in de toekomst. De maatschappelijke context kan snel veranderen, bijvoorbeeld nu met de klimaatcrisis of ook andere crisissen. Ook kunnen technologische ontwikkelingen opeens nieuwe mogelijkheden bieden. Wat verder ook is opgevallen is dat energiegebruik door huurder en aanschaffkosten voor verhuurder nergens zijn geïntegreerd in de TCO. Er is nog steeds sprake van de kosten voor de eigenaar/verhuurder en de gebruiker die een max. huur mag betalen maar de energieprijzen of reductie van energiegebruik speelt geen rol in de totale levenscyclus. Ook de gebruikers van gebouwen zouden moeten delen in de 'klimaatwinst'.

De grondprijs en beschikbaarheid van locaties in stedelijke regio's

Ook is de grondprijs buiten beschouwing gelaten bij de challenge. De beschikbaarheid van locaties voor woningcorporaties in stedelijke regio's is vaak problematisch. Grond is van derde partijen, ontwikkelaars met een bouwclaim of de gemeente heeft andere plannen. Als het om herstructurering gaat betreft het gewoonlijk lange processen. Als het om vrije grond in erfpacht gaat is het nog betaalbaar. Ook de betaalbaarheid van woningen op aantrekkelijke locaties in stedelijke regio's is problematisch. Omdat de WOZ-deel uit maakt van het Woningwaarderingssysteem is het toch lastig te becijferen. Een sociale huurwoning met de huur van € 634 in het hartje van Amsterdam is echt anders van maat en kwaliteit dan in De Peel. Specifiek heeft men zich met de challenge gericht naar oplossingen voor de Brabantse en Limburgse woningmarkt. De vraag is of een woning in de stedelijke regio's met haar grondprijzen wel ooit betaalbaar gaan worden, ondanks grondbeleid van de gemeente. Vaak moet er eerst gesloopt en gesaneerd worden, bewoners naar elders verplaatst en veel extra stedelijke voorzieningen en infrastructuur (OV, fietspaden, wegen) worden bijgebouwd bij verdichting van woonwijken. Hoe innovatief en flexibel de bouwconcepten ook zijn, de context blijft een probleem.

De nieuwe wooncultuur ontbreekt

Een ander niet onbelangrijk punt is de verandering in de wooncultuur die gaande is. De aanpasbaarheid gedurende de hele levensduur van het concept, de integratie van participatie en nieuwe energiesystemen etc. Daar is al deels op ingespeeld door juist woonconcepten voor 1 á 2 personen te ontwerpen. Maar van co-housing en allerlei deelconcepten is niets terug te vinden in De Woonstandaard, dat maakt deze gevaarlijk gedateerd. Bouwt men wel voor de vraag in de toekomst straks met De Bouwstroom? Bijvoorbeeld woongebouwen waarbij een gemeenschappelijke woonkeuken of tuin is of geclusterd wonen met zorg. Waarbij de auto gedeeld kan worden. Waarbij er ruimte is om te kunnen werken of huiswerk maken voor de bewoners van het gebouw. Deze nieuwe wooncultuur kan een invloed hebben op energie & milieu en op de TCO. Vijftig jaar is nog lang en de verandering in de wooncultuur gaat hard nu de wooncrisis steeds meer mensen treft.

Tot slot

Creativiteit is groot liet de challenge zien. Met een klimaatneutrale energiehuishouding, beperking van de milieu-impact van materialen en beperking van de temperatuuroverschrijding in de zomer zal men zeker een slimme balans vinden. TCO kan men ook standaardiseren en formaliseren zodat deze onderling vergelijkbaar wordt, een uitdaging voor NCB, Aedes en de overheid. De grondwaarde en het woningwaarderingssysteem zijn bestuurlijk op te lossen (als men daartoe bereid is). Wellicht zal ook De Woonstandaard worden aangepast en zal er meer oog komen voor de nieuwe woonculturen. Dat is de waarde van de challenge; het laat de onmogelijkheden en vooral de mogelijkheden zien die de bouwketen ons kan brengen.

Met dank aan Olga Görts-van de Pas (NCB), Elianne Niyongabo-Paulussen (W/E adviseurs duurzaam bouwen), Thijs Kurstjens (W/E adviseurs duurzaam bouwen), Thijs Asselbergs (TU Delft), Rick Wielens (Esti), Rogér Gorts (Area Wonen), Rosa Hoogma (In The Middle Of Our street), Tine-Loes Hemmes (Dura Vermeer Bouw Hengelo), Nadia Remmerswaal (The New Makers) voor de opmerkingen en inzichten.